

4. Predlaže se da se uputi dopis nadležnim organima o nužnosti donošenja standarda za mlijeko i mlječne proizvode u cilju sređivanja proizvodnje i tržišta.

5. Preporuča se da se mljekarska industrija jače poveže sa specijaliziranim naučno-istraživačkim ustanovama (institutima i fakultetima) te da ih uključi u rješavanje stručnih problema koji se pojave u poduzeću.

Sva predavanja održana na seminaru su odštampana i umnožena kao posebni svezak. »MLJEKARSTVO« će u narednim brojevima donositi pojedina predavanja s ovog seminara.

Dr Ivan Bach, Zagreb  
Tehnološki fakultet

## Osnovni principi čišćenja i sterilizacije u mljekari\*

### UVOD

Uspješno poslovanje svake mljekare vrlo je složen zadatak, koji od svih članova kolektiva, a ne samo od tehničkog rukovodstva, zahtijeva mnogo upornosti, znanja i naročito — osjećaja odgovornosti. Pritom se uvijek mora imati na umu onaj glavni »raison d'être« mljekare, a to je — **opskrba potrošača zdravim i kvalitetnim pasteriziranim mlijekom i mlječnim proizvodima.** Prema tome, **pasterizacija mlijeka je temeljni tehnološki postupak obrade mlijeka svake mljekare, a pasterizirano mlijeko njen osnovni proizvod.**

Gledano s javno zdravstvenog stanovišta, pasterizacija čini važnu zaštitnu mjeru, kojom se u mlijeku usmrćuju svi vegetativni oblici patogenih mikroorganizama ukoliko su u njemu prisutni. No, i usprkos takvoj toplinskoj obradi pasterizirano mlijeko, promatrano s epidemiološkog gledišta, ostaje i nadalje namirnica potencijalno opasna po zdravlje potrošača, ako se s njome ne postupa pravilno.

Zato su u mljekarama, već od samog početka njihova postojanja, **mного rigoroznije nego u bilo kojoj drugoj grani prehrambene industrije,** poduzimane i neprestano poboljšavane sve one mjere, kojima je krajnji cilj — **produženje održivosti mlijeka i sprečavanje njegova onečišćavanja mikroorganizmima, a naročito onim patogenim.**

Prvi zadatak, tj. produženje održivosti razmjerno se mnogo lakše postižava jer ne zahtijeva ništa više od redovnog kontroliranja i održavanja optimalne temperature na kojoj se mlijeko ili mlječni proizvodi čuvaju. Drugi je zadatak daleko teži i složeniji, i traži, ne samo dobro poznavanje mikrobiologije, već također neprekidno i pažljivo sprovođenje nadzora i to u svim, pa i najmanjim njegovim pojedinostima. S tim u vezi — **čišćenje i sterilizacija u mljekari predstavljaju jedan od osnovnih preduvjeta za postizavanje zdravih i kvalitetnih proizvoda,** a ujedno i smanjenja ekonomskih gubitaka, koji nastaju uslijed mikrobiološkog kvarenja odnosno smanjenja trajnosti proizvoda.

Treba odmah istaći, da su to dva potpuno različita postupka, koja se ne smiju međusobno brkati. Iako se čišćenjem, doduše, uklanja daleko više mikroorganizama nego sterilizacijom (jer se mikroorganizmi gotovo uvijek nalaze u mlijeku i drugim zaostacima) — **čišćenje u mljekari je postupak ko-**

\* (Referat sa I Seminara za mljekarsku industriju, održanog po Prehramb.-tehn. inst. u Zgbu., 11—14. II 1963.)

jim se odstranjuju svi zaostaci mlijeka i ostalih tvari, naročito »kamenci« (kotlovnici i mlječni) i »žuta sluz«.

Sterilizacija je postupak kojim se ubijaju mikroorganizmi primjenom topline (vruća voda ili para), kemikalija ili ultra-ljubičastim zračenjem. U praksi se sterilizacija u mikrobiološkom smislu rijetko kada postiže, pa je umjesto toga ispravnije govoriti o »komercijalnoj sterilizaciji«, dezinfekciji odnosno sanitizaciji. Prema tome — sterilizacija u mljekari je postupak, kojim se ubijaju svi patogeni organizmi (ne uvijek i njihove spore), a broj saprofitnih bakterija smanjuje na jednu koloniju po ml zapremine boce ili kante (metoda uzimanja ispiraka) odnosno na jednu koloniju po  $\text{cm}^2$  površine (metoda uzimanja otiraka ili briseva) uz odsutnost koliformnih bakterija.

To znači, da čišćenjem nastojimo odstraniti sve zaostatke mlijeka i drugih tvari, a posebno mlječnog kamenca, s onih površina s kojima mlijeko dolazi u neposredan dodir. Sterilizacijom, koja se odmah nadovezuje na čišćenje, uništavamo one mikroorganizme koji su se na tim površinama zadržali i nakon što su svi zaostaci, tj. mlijeko i ostalo, odande uklonjeni. Ukoliko takvi zaostaci nisu čišćenjem odstranjeni, sterilizacija će biti nepotpuna, a preživjeli mikroorganizmi će se u prisustvu hranjivih tvari (neodstranjeni zaostaci), vode i topline naglo namnožiti — često brže nego u samom mlijeku — i onečistiti slijedeće količine mlijeka, koje dolaze u mljekaru.

Pogrešni su pokušaji, da se ova dva postupka spoje i tako uštedi na vremenu i radu. Čišćenje je daleko važnije, jer se već samim čišćenjem dobivaju dobri, iako ne i najbolji rezultati. Sterilizacija bez prethodno provedenog čišćenja nepotpuna je i može dovesti do kobnih pogrešaka. Za ispravne rezultate u čišćenju presudna su oba postupka, a ako su okolnosti takve, da se oba ne mogu izvoditi, onda se prednost u svakom slučaju mora dati čišćenju, na kojem se nikada ne smije škrtariti, a još manje ga izostaviti.

## OSNOVNI PRINCIPI ČIŠĆENJA

Puni uspjesi u čišćenju neće se moći nikada postići, ako se bude i dalje taj problem u našim mljekarama ostavljao na sporednom kolosjeku. Ne može se očekivati od radnika, da će uspješno očistiti određene površine, ako mu se u ruke dade samo kanta lužine i četka. Danas se za pravilno obavljanje toga delikatnog i vrlo odgovornog posla traže razrađene metode, odgovarajuća sredstva i pribor te dobro izvježbani čistači. Bez obzira na različite načine čišćenja, koji se primjenjuju u pojedinim mljekarama utvrđeno je, da se sve one moraju uskladiti s nekim osnovnim principima.

### 1. Čišćenje treba uvijek započeti ispiranjem hladnom ili toplom vodom — što je prije moguće.

Uvodnim ispiranjem ili predispiranjem vodom uklanjaju se svi zaostaci, koji se ne drže čvrsto podloge, pa se time ostvaruju bolji uvjeti za naredno djelovanje detergentnih otopina. Ostavimo li mlijeko da se osuši, bjelanchvine će se denaturirati i sa solima stvoriti tanku kožicu, koja jako prijanja za podlogu. Upotrebom suviše vruće vode samo ćemo još ubrzati ove promjene, a stvorit će se i masna prevlaka od rastaljene mlječne masti. Stoga je najbolja temperatura vode za predispiranje između  $38^\circ$  i  $60^\circ\text{C}$ .

### 2. Glavno čišćenje sastoji se od pranja prikladnom detergentnom otopinom — zagrijanom na temperaturu od $60^\circ$ — $71^\circ\text{C}$ — i završnog ispiranja vodom. Poželjno i korisno djelovanje detergentne otopine je trojako:



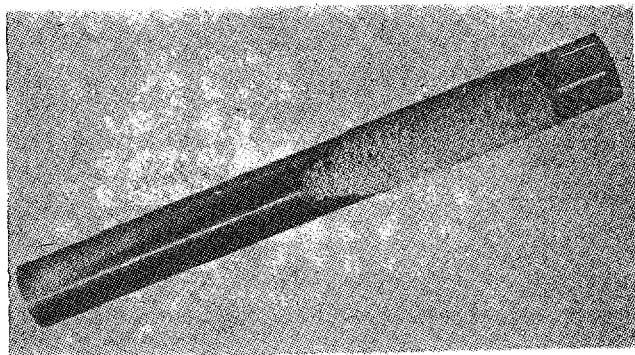
Sl. 1 — Deflokulacija i emulgacija zaostataka mlijeka u neopranoj boci (prema Davisu)

- a) fizikalno, jer emulgira i deflokulira mast, bjelančevine i soli zaostalog mlijeka zadržavajući ih u vodi u obliku emulzija odnosno suspenzija;
- b) kemijsko, jer osapunjuje ili hidrolizira mast do masnih kiselina i glicerina, a bjelančevine do njihovih razgradnih produkata;
- c) mehaničko, jer otplavljuje »odlijepljene« i razgrađene sastojke mlijeka, koji se konačno uklanjaju završnim ispiranjem vrućom vodom.

Moć emulgiranja nekog detergenta usko je povezana s njegovim površinskim naponom i njegovom sposobnošću vlaženja ili penetracije, tj. prodiranja otopine u prostore između »prilijepljene« kože sasušenog mli-

jeka ili drugih naslaga i površine na kojoj su one nakupljene. Emulgiranim i dispergiranim neotopljenim česticama nečistoća u detergentskoj otopini spriječeno je ponovno taloženje, a time je omogućeno i njihovo lako odstranjivanje pri završnom ispiranju vodom.

Za puni uspjeh čišćenja od velike je važnosti da upotrebljena detergentska otopina kao i voda za ispiranje budu pravilno temperirane. Tako se metalne površine najbolje čiste detergentskom otopinom ugrijanom na oko 71°C, a potom ispiru vodom od oko 93°C. Staklene se boce obično čiste otopinom detergenta od 57°—63°C, a zatim dvokratno ispiru vodom, i to najprije toplom od 38°—43°C, i konačno hladnom vodovodnom vodom od neko 15,5°C.



Sl. 2 — Dio cijevi iz nezardiva čelika djelomično obložen mliječnim kamencem (prema Parkeru)

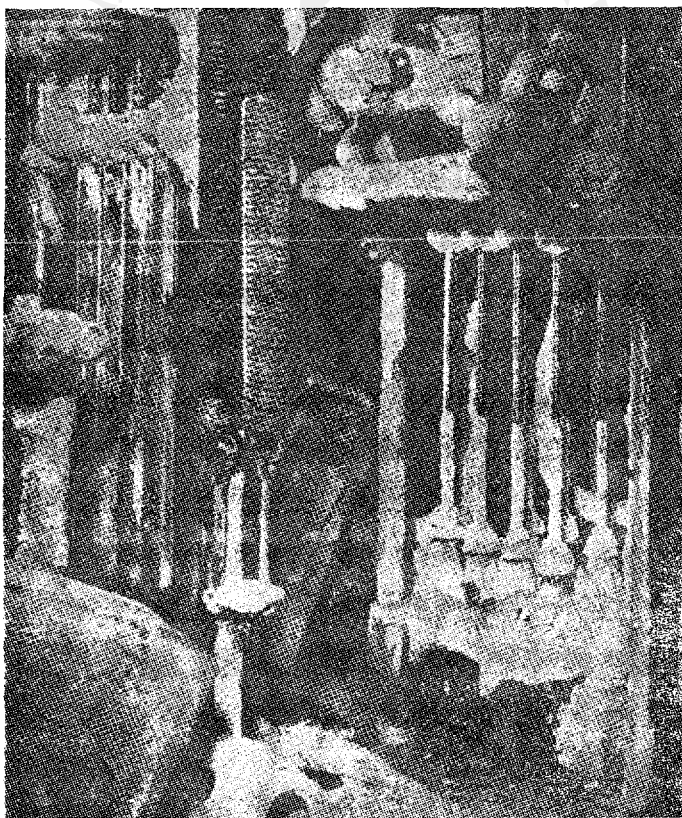
Osim toga, količine detergenata treba uvijek tačno odmjeriti, jer se samo na taj način mogu pripremiti ispravne detergentske otopine. Za vrijeme rada strojeva za pranje, koncentracija detergentske otopine se postepeno razređuje vodom koja se cijedi s boca odnosno kanta, pa je treba povremeno korigirati.

Prema tome, jedan od osnovnih elemenata u tehnici pranja i čišćenja je vođenje stalnog nadzora nad temperaturom detergentske otopine i vode za ispiranje, kao i koncentracijom detergentske otopine.

**3. Mlječni kamenac, koji ostaje i poslije pranja detergentnom otopinom, mora se ukloniti razrijeđenim kiselinama, heksametafosfatom i sl. — jer se inače ne može postići uspješna sterilizacija.**

Mlječni kamenac stvara se uslijed precipitacije kalcijevog fosfata, i to samo na metalnim površinama kada je vruće mlijeko s njima u izravnom dodiru. Zbog toga ga nikada ne nalazimo na kantama, tenkovima, cjevovodima, cisternama i sl. kroz koje prolazi hladno mlijeko.

Mlječni kamenac je najnepoželjnija vrsta naslaga a najčešće se nakuplja u vrućem predjelu pastera i to u različitoj mjeri. Zato se nijedan uređaj u



S. 3 — Naslage kotlovnog kamenca u stroju za pranje boca nastale uslijed upotrebe neprikladnog detergenta u tvrdog vodi

(prema Parkeru)

kome se nalazi vruće mlijeko ne smije ostaviti u neprekidnom pogonu dulje od 5 sati, a da ga ne očisti ili barem ne propere kolanjem vruće otopine detergenta i heksametafosfata. U protivnom slučaju mlječni kamenac se naglo stvara i, što je također značajno, poprima astronomske brojke termofilnih bakterija, koje se tamo razmnažaju.

U nekim ga mljekarama odstranjuju naknadnim čišćenjem s kiselinom svakog drugog dana, dok se to u drugima obavlja jednom tjedno. Suvremeniji način »skidanja« mlječnog kamenca sastoji se u tome, da se najprije pusti da

kroz paster protječe otopina heksametafosfata, a nakon nje vruća detergentna otopina.

**4. Kotlovni kamenac koji nastaje uslijed upotrebe tvrde vode, mora se isto tako uklanjati kao i mlječni kamenac.**

Kotlovni kamenac je od naročitog značaja u strojevima za pranje boca. Sastoji se ponajviše od kalcijevog karbonata a odstranjuje se kao i mlječni kamenac s pomoću kiselina. U tu se svrhu mogu upotrijebiti razrijeđene organske kiseline kao mravlja, vinska i limunska, ili razrijeđene mineralne kiseline, kao dušična, fosforna i solna (sve u koncentraciji od 1%); ili polifosfati (oko 1%).

Tako obrađene površine, neovisno o vrsti upotrebene kiseline, treba odmah nakon toga dobro isprati sa slabim lužinama ili detergentnom otopinom da se spriječi svaka opasnost od korozije koju kiseline ili niske pH vrijednosti uvelike povećavaju.

Ako dolazi do prekomjernog stvaranja kotlovca, to je znak da mješavina detergenta nije dobro odabrana ili da se pogrešno upotrebljava. Zato se uvijek preporučuje omekšavanje vode u krajevima s tvrdom vodom (npr. tvrdoće preko 10°nj.) ili dodavanje detergentnoj otopini 5% natrijevog heksametafosfata, koji stvara topljive kalcijeve i magnezijeve spojeve i sprečava njihovo taloženje u strojevima za pranje boca i kanta.

**5. Posebne mjere opreza treba poduzeti prilikom čišćenja izvjesnih materijala poput aluminijskih i kositrenih površina, odnosno drveta.**

Detergenti koje upotrebljavamo za čišćenje površina od aluminijskih moraju sadržavati najmanje 25% silikata, a ne smiju uopće sadržavati kaustične sode.

Za sprečavanje korozije kositrenih površina preporučuju se kao sastojci detergentne otopine natrijev silikat i natrijev sulfat (oko 10% ovog posljednjeg).

Svi metali, uključivši i nezardivi čelik, mogu korodirati u prisustvu klorida, a naročito ako se upotrebljava mekana voda s niskom pH vrijednošću. Međutim, korozija se neće pojaviti ako se hipokloritna otopina priprema u propisanoj koncentraciji i poslije primjene temeljito ispere. U krajevima s mekanom vodom takva se potencijalna korozija može predusresti dodavanjem vodi oko 0,01% natrijevog karbonata. Klor se normalno ne treba upotrebljavati u koncentracijama iznad 200 dijelova na milijun (200 mg/l).

Kalcinirana soda, kaustična soda i tercijarne fosfatne otopine ne mogu se upotrijebiti za čišćenje drvenih bučkalica za maslac i drugih drvenih površina, jer uzrokuju stvaranje pukotina na valjcima za gnječenje, a uz to drvo postaje sivo. Ostaci sode i vapna, se, osim toga teško odstranjuju s drveta ispiranjem. Zato treba drvene površine najprije temeljito isprati toplom vodom, zatim poprskati s prikladnom detergentnom otopinom, da se drvo dobro namoči i tada ih temeljito iščetkati. Čišćenje treba završiti ispiranjem vrućom vodom (82°C) da se uklone posljednji tragovi upotrebene i onečišćene detergentne otopine, a površina toliko zagrije, da se omogući brzo ocjeđivanje i sušenje.

**6. Po završenom čišćenju treba uređaje i opremu prozračiti, tj. ostaviti na zraku da se osuše.**

Sklapanje i zatvaranje strojeva i ostale opreme odmah po obavljenom čišćenju i sterilizaciji, a prije potpunog osušenja, uzrokuje pojavu karakterističnog »zadušljivog« mirisa, koji se kasnije prenosi i nepovoljno odražuje na miris mliječka i ostalih proizvoda.

Velik je propust, da se bilo gdje u mljekari ostave ma i najmanji zaostaci mlijeka, a štetno je također i ostavljanje vode, u koliko joj nije dodano neko bakteriostatsko sredstvo, npr. klor u koncentraciji od 10 — 20 mg/l. Najbolji je način, da se mljekara nakon pranja (naročito transportne kante) drži u suhom stanju. Ne zaboravimo, da na taj način ne ostavljamo bakterijama potrebnu vlagu za njihov razvoj i množenje.

## SREDSTVA ZA ČIŠĆENJE

**Osnovno i najuniverzalnije sredstvo za čišćenje je voda koja po svojoj kvaliteti mora u svemu odgovarati zahtjevima za pitku vodu (vidi: »Pravilnik o higijensko-tehničkim mjerama za zaštitu voda za piće«, Sl. list FNRJ, br. 44 od 2. 11. 1960.)**

No, ona sama, bez obzira da li je upotrijebimo zagrijanu ili kao paru, ne može udovoljiti svim potrebama efikasnog čišćenja. Da bi otklonili taj nedostatak dodajemo joj **pomoćna, kemijska sredstva za čišćenje, nazvana zajedničkim imenom — detergenti\***.

Po načinu dobivanja razlikujemo sredstva za čišćenje na bazi prirodnih biljnih i životinjskih ulja odnosno masti (sapuni) i sredstva na bazi umjetnih proizvoda (sintetički detergentsi ili, skraćeno, »sindeti«). Na tržištu se takva sredstva nalaze pod različitim zaštitnim imenima, ali se u njihovom sastavu redovno susreću neki od ovih spojeva:

### **Lužine**

kaustična soda ili natrijev hidroksid,  $\text{NaOH}$   
kalcinirana soda ili natrijev karbonat,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   
soda bikarbona ili natrijev hidrokarbonat,  $\text{NaHCO}_3$   
amonijačna soda ili amonijev hidroksid,  $\text{NH}_4\text{OH}$   
natrijev ortosilikat,  $2\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$   
vodeno staklo,  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$   
tri-natrijev fosfat,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , i dr.

### **Polifosfati (za omekšavanje vode)**

tetra-natrijev pirofosfat,  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$   
natrijev tetrafosfat,  $\text{Na}_6\text{P}_4\text{O}_{13}$  (npr. Quadraphos)  
natrijev heksametafosfat,  $\text{Na}_6(\text{PO}_3)_6$  (npr. Calgon), i dr.

### **Sindeti**

#### **a) anionski**

sulfati primarnih alkohola (npr. Lissapol C)  
sulfati sekundarnih alkohola (npr. Teepol)  
alkil-aril sulfonati (npr. Santomerse) »Special S«<sup>1)</sup>  
esteri sulfojantarne kiseline (npr. Alcopol)  
Tego 51<sup>2)</sup> (smjesa di-(oktil-aminoetil) glikokola i  
n-alkildiaminoetil glikokola), i dr.

#### **b) kationski**

kvaterni amonijevi spojevi:

- (1) izgrađeni iz alifatskih lanaca (npr. Cetavlon<sup>3)</sup>)
- (2) na bazi benzilnih ostataka (npr. Roccal, Omnisan<sup>3)</sup>)
- (3) na bazi alifatskih diamina (npr. Deciquam)
- (4) na bazi piridina (npr. Vantoc B), i dr.

#### **c) neionski (ne ioniziraju u vodenoj otopini)**

različiti eteri i esteri tipa  $\text{RO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$  (polimerizat etilen oksida), gdje R može biti alifatski i/ili ugljikovodični ostatak (npr. Lissapol N).

Osim navedenih spojeva, neke zaštićene detergentne mješavine mogu sadržavati koloidalne gline (radi emulgiranja), sulfiti (radi zaštite kositra), sapune, hipoklorite i druge tvari. Anionski i kationski spojevi se obično nikada ne nalaze zajedno, jer pomiješani često tvore netopljive spojeve.

\*) (naziv im potječe od latinskog glagola detergere = oprati, otrti)

<sup>1)</sup> proizvodi »Labud«, Zagreb    <sup>2)</sup> proizvodi Serum zavod — Kalinovica, Zagreb

<sup>3)</sup> proizvodi Veterinarski zavod, Subotica

Detergentne se otopine obično pripremaju prema uređajima i načinu pranja:

1. strojno pranje boca (otopina za namakanje) — lužine sa sindetima;
2. strojno pranje boca (otopina za prskanje) — samo lužine;
3. ručno pranje boca — natrijev karbonat sa sindetima;
4. strojno pranje kanta (otopina za prskanje) — samo lužine.

Ponekad i otopine pod 2 i 4 sadržavaju sindete, ali se tada mora naročito paziti na sprečavanje pojave nepoželjnog pjenjenja.

Lužnati detergenti često djeluju škodljivo na ljudsku kožu zbog svoje visoke pH vrijednosti. Računa se da detergentne otopine sa pH ispod 11,5 obično ne oštećuju kožu, ali ako se ruke dulje vremena zadržavaju u takvim otopinama preporučljivo je, da njihov pH bude ispod 11.

Prosječne pH vrijednosti 1%-tne otopine nekih glavnih detergentnih sastojaka su ove:

|   |      |
|---|------|
| natrijev hidroksid, NaOH  | 13,1 |
| natrijev metasilikat, Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>                    | 12,5 |
| tri-natrijev fosfat, Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>                      | 12,0 |
| natrijev karbonat, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                        | 11,4 |
| tetra-natrijev pirofosfat, Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>  | 10,2 |
| natrijev hidrokarbonat, NaHCO <sub>3</sub>                                | 8,4  |
| natrijev tetrafosfat, Na <sub>4</sub> P <sub>4</sub> O <sub>13</sub>      | 7,6  |
| natrijev heksametafosfat, Na <sub>6</sub> (PO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> | 7,0  |

Alkaličnost detergenta određuje i njegovu djelotvornost u saponificiranju masti i otapanju ostalih organskih tvari.

Glavne osobine najčešćih detergentnih sastojaka

| Sastojak                   | Emulgiranje | Ispiranje | Sterilizacija | Sprečavanje tvorbe kamenaca | Vlaženje | Otapanje sastojaka mljeka | Moć podmazivanja |
|----------------------------|-------------|-----------|---------------|-----------------------------|----------|---------------------------|------------------|
| natrijev karbonat osrednje | osrednje    | osrednje  | osrednje      | osrednje                    | osrednje | osrednje                  | osrednje         |
| natrijev metasilikat       | dobro       | osrednje  | dobra         | osrednje                    | osrednje | dobro                     | loša             |
| tri-natrijev fosfat        | osrednje    | dobro     | slaba         | dobro                       | osrednje | osrednje                  | osrednje         |
| natrijev heksametafosfat   | dobro       | vrlo      | nikakva       | odlično                     | dobro    | osrednje                  | osrednje         |
| natrijev hidroksid         | osrednje    | osrednje  | vrlo          | vrlo                        | osrednje | vrlo                      | vrlo             |

U pogledu izbora najprikladnije detergentne otopine, nema nekog čvrstog i pouzdanog pravila. Ipak, on najvećim dijelom ovisi o: sastavu površine koju treba očistiti, prirodi tvari koju treba ukloniti, načinu primjene detergenta, tvrdoći vode, vrsti stroja za pranje te dostupnosti i cijeni detergenta. Zato je potrebno izvršiti vlastita ispitivanja u svakoj pojedinoj mljekari, uzimajući u obzir i preporuke proizvođača, da bi se utvrdio najprikladniji tip detergentne otopine za određenu vrstu čišćenja. Glavne osobine najčešćih detergentnih sastojaka prikazane su u Tabeli.

(nastavit će se)